

# 海外における思考力・判断力・表現力を育成する指導 — TIMSS理科論述式問題の分析を通して —

猿田 祐嗣

国立教育政策研究所教育課程研究センター 総合研究官

## 1. はじめに

2000年に調査が開始されたOECD（経済協力開発機構）の「PISA（生徒の学習到達度調査）」の調査結果から、読解力をはじめ、数学的リテラシー、科学的リテラシーにおいて、我が国の高校生は長文を読んで文章で解答する論述形式の問題に対する正答率が低いことが指摘された。これらの調査結果を受けて、平成20・21年告示の小・中・高等学校の学習指導要領の総則においては、問題解決に必要な能力として思考力・判断力・表現力等の育成が強調された。理科教育においても、PISAの科学的リテラシーの結果を踏まえ、改訂された学習指導要領解説理科編で科学的な思考力・表現力の育成を図ることを改善の基本方針として明示し、充実すべき学習活動の具体例として、観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を挙げている。

PISA調査に限らず、IEA（国際教育到達度評価学会）が実施している「国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）」においても、1990年代の調査から、知識や概念の理解だけでなく、問題を認識し、知識を獲得し、状況を判断して、根拠に基づいた説明を行うという一

連の問題解決の能力を測定するため、自由記述で解答させる形式の問題が導入された。その後の一連の調査結果より、我が国の小・中学生は、選択肢形式や短答・穴埋め形式の問題（短答式問題）の正答率に比べ、論述形式で解答する問題（論述式問題）における正答率が国際的にみて低いことが明らかとなっている。

## 2. 「思考力・判断力」と「表現力」の関係

新しい学習指導要領においては、思考力・判断力・表現力等を育成するため、基礎的・基本的な知識・技能を活用する学習活動を重視するとともに、言語活動を充実することとしている。中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会の報告（2010）では、「これらの能力を適切に評価し、一層育成していくため、各教科の内容等に即して思考・判断したことを、その内容を表現する活動と一体的に評価する観点（「思考・判断・表現」）を設定することが適当である」とされた。

OECDが実施するPISA調査で評価分野の一つとなっている科学的リテラシーにおいては、科学的な思考力・判断力・表現力を測定していると言っても過言ではない。さらに、科学的リテラシーでは「現象を科学的に説明すること」が主要な科学的能力とされている。

自然現象を説明するという事について、沢田（1966）は「知識を別の他の知識から論理的に導き出すこと」と定義付け、一般化された法則といった経験命題と直接的な観察命題とからの論理的帰結として導き出されるとき、自然現象に対して説明が与えられたとしている。すなわち、理科教育においては自然に関する命題（科学的な内容や原理・法則）を対象とした論理的思考形式が用いられると考えてよい。

### 3. 科学的な「思考力・判断力・表現力」とは

科学的な思考力・判断力・表現力を科学的リテラシーの領域で測定しているPISA調査と同様に、IEAの最新のTIMSS調査においても「知ること、応用すること、推論すること」という論理的思考に基づいて、「情報を解釈する」「科学的説明をする」「証拠から結論を導くための推論をする」という認知的目標を設定して児童・生徒の理科の学力を測定している。

PISAやTIMSSといった国際比較調査においては、国際標準の学力を設定し、各国の児童・生徒の到達度を測定しようとしている。2000年代に入ってからの国際比較調査で設定されている学力は、端的に言うならば「児童・生徒が学習を通して身に付けた自らのものの見方や考え方の良さを、記述したり発表したり説明したりして表現する能力」として差し支えないだろう。そして理科では、「ものの見方や考え方」が科学的であること、すなわち科学的な概念や原理・法則に基づいた「見方や考え方」となっていなければならない。さらに、身に付けた「科学的なものの見方や

考え方」という思考力や判断力に基づいて、自然の事物・現象を説明する表現力が国際比較調査で測定されているのである。

### 4. 科学的な「思考力・判断力・表現力」の実態はどのようなになっているか

小・中学生を調査対象とするTIMSS調査で出題される理科問題は、正しい答えを選択肢の中から選ぶ問題と問題文を読んで答えを考え記述する問題がほぼ半々出題される。記述式の問題も、穴埋めや短文などで解答する問題と、科学的証拠やデータを用いて理由や考えを述べたり論理的に説明したりする論述式問題とに分けられ、後者の「思考力・判断力・表現力」をみる論述式の問題が、2007年の調査では全体の約三分の一を占めている。

1995年に実施されたTIMSS調査における理科問題の解答形式別平均正答率は、いずれの参加国・地域においても、選択肢式よりも論述式で解答する問題の平均正答率が低くなるという傾向がみられたが、特に我が国の中学生は論述式問題の平均正答率の落ち込みが他の国・地域に比べて大きいという結果が明らかとなった（国立教育研究所 1997）。

TIMSSは1995年、1999年、2003年、2007年と4年おきに調査を重ねている。ここでは、2003年と2007年の共通問題のデータを比較することで、我が国の小・中学生の論述式問題の成績はどうであったのかを明らかにする。

表1 TIMSS理科共通問題における小学校4年の解答形式別の平均正答率・無答率  
(単位:%)

平均正答率	TIMSS2003				TIMSS2007			
	国/地域	全体 (75題)	選択肢 (39題)	短答 (11題)	論述 (25題)	全体 (75題)	選択肢 (39題)	短答 (11題)
シンガポール	65.0	70.2	67.9	55.6	68.2	72.7	69.0	60.9
台湾	62.0	66.7	68.1	52.1	62.6	66.9	66.6	54.1
香港	58.1	64.1	65.5	45.4	62.0	66.8	68.9	51.6
日本	61.5	67.2	63.8	51.6	62.2	68.4	66.2	50.8
ロシア	56.2	63.5	60.1	43.0	60.5	65.8	68.6	48.7
イングランド	58.5	65.2	62.9	46.1	61.2	67.0	64.5	50.6
アメリカ	59.7	65.3	64.1	49.1	60.7	67.1	63.6	49.5
平均値(21か国)	52.0	58.5	55.3	40.3	53.8	59.8	57.7	42.9

  

平均無答率	TIMSS2003				TIMSS2007			
	国/地域	全体 (75題)	選択肢 (39題)	短答 (11題)	論述 (25題)	全体 (75題)	選択肢 (39題)	短答 (11題)
シンガポール	1.5	0.4	1.9	3.0	1.1	0.4	1.0	2.1
台湾	4.9	1.9	6.4	8.7	4.2	1.2	4.6	8.8
香港	4.4	1.2	4.8	9.1	2.8	0.9	2.4	6.0
日本	4.1	1.6	5.5	7.6	3.2	2.2	3.4	4.6
ロシア	8.9	3.5	14.2	15.0	6.4	3.1	8.0	11.0
イングランド	5.2	2.1	7.7	9.0	4.3	2.1	5.3	7.3
アメリカ	3.3	1.7	4.2	5.4	3.6	2.6	4.4	4.7
平均値(21か国)	10.0	5.1	13.2	16.3	8.8	5.3	10.1	13.6

表2 TIMSS理科共通問題における中学校2年の解答形式別の平均正答率・無答率  
(単位:%)

平均正答率	TIMSS2003				TIMSS2007			
	国/地域	全体 (90題)	選択肢 (50題)	短答 (10題)	論述 (30題)	全体 (90題)	選択肢 (50題)	短答 (10題)
シンガポール	59.0	66.6	62.6	45.0	57.4	63.6	63.9	44.9
台湾	57.4	66.0	62.6	41.3	57.7	66.5	63.9	41.3
日本	53.5	60.2	60.2	40.2	54.8	60.8	59.4	43.3
韓国	53.5	60.4	56.3	40.9	56.6	63.3	61.1	43.8
イングランド	51.8	57.7	54.0	41.2	53.6	59.0	56.7	43.7
香港	54.3	62.4	65.1	37.4	51.7	58.4	62.0	37.0
ロシア	48.4	57.5	49.9	32.9	49.9	58.2	50.5	35.8
アメリカ	47.7	53.6	45.7	38.5	47.7	53.3	47.8	38.5
平均値(35か国)	40.8	49.2	40.0	27.3	41.3	49.0	40.9	28.7

  

平均無答率	TIMSS2003				TIMSS2007			
	国/地域	全体 (90題)	選択肢 (50題)	短答 (10題)	論述 (30題)	全体 (90題)	選択肢 (50題)	短答 (10題)
シンガポール	4.3	0.6	5.2	10.3	3.5	0.4	3.8	8.5
台湾	6.1	0.4	8.5	14.9	5.6	0.3	7.2	13.9
日本	7.1	0.7	7.6	17.7	5.9	0.9	6.3	14.0
韓国	4.7	0.5	6.1	11.3	3.6	0.2	4.5	9.0
イングランド	7.1	1.9	7.6	15.6	4.9	1.2	6.1	10.8
香港	7.0	0.7	6.9	17.4	6.6	1.0	7.7	15.7
ロシア	13.9	3.0	18.7	30.5	11.5	3.0	14.9	24.6
アメリカ	5.3	1.0	8.5	11.4	4.5	1.3	6.9	9.1
平均値(35か国)	13.5	3.2	19.7	28.5	11.0	2.6	15.8	23.2

2003年調査と2007年調査の理科共通問題について解答形式別に各国・地域の正答率と無答率の算術平均値を算出し、表1に小学校4年、表2に中学校2年の結果を掲げた。これらの表には、2003年と2007年の両調査に参加した国・地域のうち、理科の成績上位5か国と主要国のみを掲げている。

表1から、小学校4年において、各国・地域とも解答形式別の平均正答率はいずれも2007年調査のデータは2003年とほとんど変化がないか、あるいは上回っている。一方、平均無答率は各国・地域とも2007年が2003年を下回っており、平均正答率と逆の傾向にある。理科の成績が最も良かったシンガポールでは分析対象となった理科共通問題75題全体の平均正答率で3.2ポイントの増加であったが、論述式問題では5.3ポイントと選択肢式や短答式を上回る増加であった。我が国は理科共通問題全体での平均正答率は0.7ポイント増加したが、論述式問題は逆に0.8ポイント減少した。しかしながら、平均無答率では3.0ポイント減少しており、無答率の点からすれば改善が見られた。

表2から、中学校2年は小学校4年同様、各国・地域とも解答形式別の平均正答率はいずれも2007年は2003年とほとんど変化がないか、あるいは上回っている。一方、平均無答率は各国・地域とも2007年が2003年を下回っており、やはり平均正答率と逆の傾向にある。理科の成績が最も良かったシンガポールでは分析対象となった理科共通問題90題全体の平均正答率で1.6ポイント減少したが、論述式問題では変化がなかった。我が国は理科共通問題全体での平均正答率は1.3ポイント増加したが、論述式問題はそれを上回る3.1ポイ

ントの増加であった。また、論述式問題の平均無答率では3.7ポイント減少しており、無答率の点からも改善が見られた。

## 5. 科学的な「思考力・判断力・表現力」を育成するにはどうすればよいか

前節で「思考力・判断力・表現力」をみるTIMSSの論述式問題で、小学校では正答率が少し下がったものの、中学校では上がり、さらに小・中学生ともに無答率が減少する傾向にある。このように論述式問題の成績が改善する兆しをみせている中で、本節以降では、さらにTIMSSの論述式問題の特徴を分析し、「思考力・判断力・表現力」を育成するための指導におけるヒントを抽出してみたい。

表3に、2007年のTIMSS理科論述式問題の内容を分類してみたところ、およそ4種類に分類することができた。これらについて解説するとともに、指導へのヒントを述べていく。

表3 TIMSSの理科の論述式問題の分類

a) 答えを書かせたり、選択肢から答えを選ばせたりした後、そう答えた理由を書かせる 例：「その理由を説明しなさい。」
b) ある事象の原因や理由を書かせる 例：「理由を説明しなさい。」 「理由として考えられることをもう1つ書きなさい。」
c) 問題文や図表から読み取った事項をまとめさせたり、自分の考えを書かせたりする 例：「分かったことを書きなさい。」
d) 特徴・条件・例などをあげさせる 例：「～の性質を1つあげなさい。」

### 5-1. 自分の考えの良さを述べる

a)の種類の問題においては、自然の事物・現象に関する概念や知識を問い、正しい答え

を導き出すことを求めるだけでなく、その答えに至った理由を求め、自分の答えを正当化するための主張を述べることができるかどうかを要求する。また、b)の種類の問題は理由が一つではなく、いくつか理由が考えられる事象について、多面的な見方ができるかどうかを要求する。したがって、答えを出してお終いではなく、必ず理由をセットで用意させておいたり、複眼的な見方をさせたりするような指導が必要となってくる。つまり、児童・生徒にとって、自分の考えの良さをさまざまな角度から主張する能力が重要であることを物語っている。

## 5-2. 自分の考えを的確にまとめる

c)の種類の問題においては、自然事象に関する自分の考えを的確にまとめ、主張できるかどうかを要求する。このとき、分かったこととして目の前にある事実を記載するだけにとどまらず、事象の背後にある原理・法則を見出すことができるようにしたい。事実の羅列ではなく、見出した原理・法則を友達や他の人々に過不足なく的確に伝えさせるような指導が必要である。

## 5-3. 自分の考えをわかりやすく説明する

d)の種類の問題においては、自然事象の特徴や生起する条件、具体的な例を挙げることができるかどうかを要求する。日常の体験や授業で学習した事項に結び付け、できるだけ具体的な例を挙げることによって、丁寧でわかりやすい説明を促す。そのためには、普段の授業において、身の回りの事象を導入に使用したり、見出した原理・法則に関連する事象に結び付けて考察させたりするような指

導を心がけたい。

以上、科学的な説明能力を国際標準としての学力の中心に据えて測定しようとしている国際比較調査で出題される論述式問題の分析を行うことで、「思考力・判断力・表現力」を育成する指導の在り方を考えてみた。要するに、自分の考えを具体的な例を挙げながら分かりやすく説明し、自分の考えを的確にまとめ、自分の考えの良さを主張することが、国際的な学力として求められているのである。

### <参考・引用文献>

- ・国立教育研究所編（1997）『中学校の数学教育・理科教育の国際比較』東洋館出版社
- ・国立教育政策研究所編（2007）『生きるための知識と技能3 OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2006年調査国際結果報告書』ぎょうせい
- ・国立教育政策研究所編（2008）『TIMSS2007理科教育の国際比較－国際数学・理科教育動向調査の2007年調査報告書』
- ・猿田祐嗣（2009）「TIMSS理科の論述形式課題に対する解答に表れた日本の児童・生徒の傾向」平成20年度科学研究費補助金（基礎研究B、代表者：三宅征夫）『科学的・論理的思考に基づいた表現力に関する分析的研究』研究成果報告書
- ・沢田允茂（1966）『哲学の基礎 新版』有信堂高文社、pp.144-145.
- ・中央教育審議会（2008）『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について』答申
- ・中央教育審議会（2010）『児童生徒の学習評価の在り方について』報告